

**Untersuchungen zur Frage der Korrelation  
zwischen Prognathie- und Neigungsgrad  
anhand lateraler Röntgenschädelaufnahmen  
von Erwachsenen**

von

**Jörg Bidlingmaier**

aus

**Göppingen**

**1977**  
**—**



Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie  
(Vorstand: Professor Dr. A. Fleischer-Peters)  
der Klinik und Poliklinik  
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Universität Erlangen-Nürnberg

---

# Untersuchungen zur Frage der Korrelation zwischen Prognathie- und Neigungsgrad anhand lateraler Röntgenschädelaufnahmen von Erwachsenen

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
dem Fachbereich Medizin  
der Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt  
von  
**Jörg Bidlingmaier**  
aus  
Göppingen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin  
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. A. Fleischer-Peters

Tag der mündlichen Prüfung: 07. Juli 1977

Mein besonderer Dank gilt Frau Professor  
Dr. A. Fleischer-Peters für die Überlassung  
des Themas und die jederzeit gewährte Unter-  
stützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Ferner danke ich Herrn Dipl.-Math. H. Prestele  
vom Institut für Medizinische Statistik und  
Dokumentation für seine bereitwillige Hilfe.

## Gliederung

|                                  | Seite |
|----------------------------------|-------|
| A Einleitung und Problemstellung | 1     |
| B Literaturübersicht             | 4     |
| C Eigene Untersuchungen          |       |
| a Material und Methodik          | 14    |
| b Ergebnisse                     | 24    |
| D Diskussion                     | 52    |
| E Zusammenfassung                | 56    |
| F Literaturverzeichnis           | 59    |



## A. Einleitung und Problemstellung

Seit durch die Arbeiten Broadbents vor etwa 45 Jahren die Profilfernröntgenaufnahme in die Kieferorthopädie eingeführt wurde, sind viele Methoden entwickelt worden, dieses Hilfsmittel möglichst sinnvoll einzusetzen.

Da man feststellen musste, dass die aus der Analyse einer solchen Aufnahme gewonnenen Werte nicht in absoluter Form, als Normen, entsprechend den Werten einer Modellanalyse, verwendet werden können, versuchte man diesen und andere Nachteile, die von einer nicht geringen Zahl von Kritikern aufgezeigt wurden, zu vermeiden. Dazu musste nach anderen Möglichkeiten gesucht werden, Anomalien gegen harmonische Beziehungen im Kiefer-Gesichtsbereich abzugrenzen.

Im Lauf der Jahre wurde ermittelt, dass diese am Röntgenbild messbaren Werte nicht isoliert stehen. Durch Korrelationsuntersuchungen anhand von Material verschiedener ethnischer Gruppen konnte aufgezeigt werden, dass die meisten dieser Werte einen bestimmten Zusammenhang untereinander aufweisen.

Besonders wichtig erschien es im Hinblick auf klinische Fragestellungen, sich über den jeweiligen Gesichtstyp Klarheit zu verschaffen. Dieser wird bestimmt durch die Art der Einlagerung von Maxilla und Mandibula in den Schädel.

An der Profilfernröntgenaufnahme kann sowohl die vertikale als auch die sagittale Einlagerung bestimmt werden, und zwar wählte man die vordere Schädelbasis als Bezugsebene.

Anhand der obengenannten Korrelationsuntersuchungen, die anhand von Röntgenbildern von Personen mit orthognath verzahnten Gebissen gemacht wurden, wurden Beispiele für Kombinationen zusammengestellt, bei denen sowohl die sagittale als auch die vertikale Einlagerung von Maxilla und Mandibula im Schädel, also der sogenannte Prognathiegrad und der Neigungsgrad, zusammenpassen, harmonisieren.

Vergleicht man die gemessenen Winkel- und Streckenwerte eines Profilfernröntgenbildes mit den so erhaltenen Tabellen harmonischer Gesichtstypen, fällt es nicht schwer, den Gesichtstyp zu bestimmen, und es kann so am ehesten eine Aussage darüber gemacht werden, welcher Faktor an einer eventuellen Anomalie massgeblich beteiligt ist: Ist der Unterkiefer zu weit distal oder der Oberkiefer zu weit mesial eingelagert? Ist die Neigung der Mandibula in Bezug auf die vordere Schädelbasis zu stark oder zu schwach?

Im Rahmen der kephalometrischen Analyse eines Fernröntgenbildes ist die sogenannte "Einteilung des Gesichtstyps" (Hasund) stets der erste Schritt. Wie jedoch von mehreren Autoren festgestellt wurde, sind die in den verschiedenen Populationen geltenden Werte unterschiedlich, und es muss mit unterschiedlichen Zusammenhängen gerechnet werden.

In dieser Arbeit soll deshalb durch die Analyse einer ausreichend grossen Anzahl von lateralen Fernröntgenaufnahmen von Gebissen mit anatomisch korrekter Okklusion versucht werden festzustellen, ob und inwieweit die Korrelationen zwischen Prognathie- und Neigungsgrad von Maxilla und Mandibula für die süddeutsche Bevölkerung mit den bisher in der Literatur veröffentlichten Werten übereinstimmen oder von diesen abweichen.

## B. Literaturübersicht

Die wahrscheinlich ersten Winkelmessungen am menschlichen Schädel wurden, wie Allen (1963) berichtet, schon 1780 von Camper durchgeführt. 1895 wurden die Röntgenstrahlen entdeckt, die schon bald auch verwendet wurden, bestimmte Abweichungen im Aufbau eines Schädels zu erkennen. Welcker stellte schon 1896 den Wert der Röntgenprofilaufnahme fest, und Berglund setzte 1914 das Weichteilprofil in Beziehung zum knöchernen Profil des Schädels.

Aber erst 1931 führten Broadbent in den USA und Hofrath in Deutschland die Röntgenkephalometrie in die Kieferorthopädie ein. In den nachfolgenden Jahren wurden viele Methoden der Aufnahmetechnik und Auswertung von Fernröntgenbildern angegeben. Die heute gebräuchliche Art der Aufnahmetechnik kristallisierte sich schon in den zwanziger Jahren heraus.

Erste Angaben zur Auswertung der Aufnahmen für die Kieferorthopädie erfolgten dann nach Broadbents aufsehenerregendem Vortrag vor der Chicagoer Dental Society im Februar 1931. Broadbent selbst (1937) sowie Korkhaus (1936) gaben erste Referenzlinien an.

Aus der grossen Zahl der beschriebenen Analyseverfahren seien vor allem die von Tweed (1944), Downs (1948), Ricketts (1957), A.M. Schwarz (1958), Moorrees (1962), Bimler (1972), und Hasund (1973) genannt.

Die Zahl der Veröffentlichungen über kephalometrische Fragen und Probleme war sehr gross und ist heute kaum noch zu übersehen.

- A.M. Schwarz bemerkte einmal sarkastisch: "Wenn immer ein amerikanischer Orthodont einen Traum hat, so träumt er, eine neue 'headline' gefunden zu haben." -

Steiner (1953) wollte deshalb mit seinem Artikel "Cephalometrics for you and me" die kephalometrische Fernröntgenanalyse vereinfachen und verständlich machen. Die grosse Beachtung, die seine Arbeit fand, zeigt, dass er sein Ziel erreichte.

Aber es wurden nicht nur Auswertungstechniken angegeben, sondern es erschienen auch zahlreiche Arbeiten, die, nach der einen oder anderen Methode, die klinische Nutzenanwendung der gefundenen Werte zur Ermittlung der Diagnose von Kieferanomalien beschrieben. So untersuchte, um nur einige zu nennen, Hausser (1956) 200 Jugendliche mit anatomisch korrekter Okklusion nach den von Korkhaus, Martin und A.M. Schwarz angegebenen Analyseverfahren, und ermittelte Durchschnittsdiagramme für die verschiedenen Altersgruppen. Zu Vergleichszwecken brachte er die Röntgenbilder nach der Frankfurter Horizontalen im Tragionpunkt zur Deckung. Dausch-Neumann (1959) benutzte Fernröntgenaufnahmen, um anhand von Normwerten festzustellen, ob in Fällen von Progenie der Unterkiefer zu gross oder der

Oberkiefer zu klein ist und wandte dabei die Messmethode von Korkhaus an. Downs (1948) untersuchte zwanzig 12 bis 17 jährige Patienten beiderlei Geschlechts und versuchte den "Bereich der Norm" abzugrenzen. Er benutzte Durchzeichnungen seiner Röntgenbilder, die nach der von Broadbent angegebenen Art unter Benutzung des Bolton-Dreiecks angefertigt waren.

Kritik blieb nicht aus. Frevert (1940) stellt die Unzulänglichkeit des "röntgenostatistischen Mittelwertes" fest, Bimler (1959) warnt wie viele andere vor nicht differenzierten statistischen Normen, und Lieb (1966) sieht die Ursache von verschiedenen, teilweise einander gar widersprechenden Ergebnissen verschiedener Untersuchungen in der geringen Zahl untersuchter Fälle und der meist heterogenen Zusammensetzung des Untersuchungsguts.

Die Fehler, die anfänglich beim Ausmessen von Winkeln und Strecken an Fernröntgenaufnahmen auftraten, konnten relativ bald durch verschiedene technische Methoden auf ein Mindestmass beschränkt werden (Hasund 1967, Korkhaus 1936, Lieb 1966, A.M. Schwarz 1958). Auch die Auswertung gleicher Röntgenbildserien durch verschiedene Untersucher, die von manchen Autoren gefordert wurde, brachte Erfolge in Bezug auf die Genauigkeit der Messungen. Allerdings schreibt Freisfeld trotzdem: "Eine individuell verschiedene Auslegung der gegebenen Punkt-Definitionen konnte beobachtet werden"; (Freisfeld, Fortschr. Kfo., 34, 296, (1973) Seite 305) und Schmuth, einer der stärk-

sten Gegner der Kephalometrie, stellt fest: "Die anfänglichen technischen Schwierigkeiten bei der Anfertigung von Fernröntgenseitenbildern sind heute weitgehend gelöst. Unschärfe durch Verwacklungen wird vermieden, weil jetzt infolge besserer Röntgengeneratoren kürzere Belichtungszeiten möglich sind. Die Schäfeldurchleuchtung ermöglicht eine gute Orientierung des Kopfes... Die präzise Lokalisation von Bezugs-(Mess-)punkten auf Röntgenbildern ist schwieriger, als man ursprünglich dachte. Normwerte für die Schädel- und Gebiss-struktur sind nur mit Vorbehalt als Basis für kephalometrische Untersuchungen zu verwenden... Unter diesem Aspekt ist die Kephalometrie wegen der vielen Fehlerquellen und der unterschiedlichen Deutungsmöglichkeiten für die Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie eine äusserst unsichere diagnostische Grundlage." (Schmuth, Fortschr. Kfo., 32, 317, (1971) Seite 324)

Die meisten Autoren gehen jedoch davon aus, dass mit Hilfe genau zu definierender kephalometrischer Punkte, sowie mit Hilfe von Signifikanztests (Lieb 1966) und statistischen Fehlerrechnungen (Hasund 1967), die Fehlermöglichkeiten so gering gehalten werden können, dass solchermassen erarbeitete Werte durchaus zu Untersuchungen herangezogen werden können.

Weit schwerwiegender als die Bedenken über die Genauigkeit von Messungen, waren die Einwände gegen die Verwendung starrer Normen, wie sie zum Beispiel bei der Modellanalyse verwendet werden. Entsprechend zahlreich waren

auch die Versuche, eine andere Möglichkeit zu finden, Befunde von Patienten mit Kieferfehlbildungen solchen ohne Abweichungen gegenüberzustellen.

Der Vorschlag Bimlers (1959), den statistischen Normenvergleich durch einen individuellen Harmonievergleich zu ersetzen, beruht darauf, dass die Variationen im Aufbau des Schädels derartig gross sind, dass nur ein Harmonievergleich, beruhend auf Korrelationsberechnungen, zum Ziel führen kann. So sagt auch Downs am Schluss einer Abhandlung: "...die einzelnen Messungen sind nicht so bedeutend; was zählt ist die Art und Weise in der sie alle zusammenpassen und ihre Beziehung zum Gesichtstyp, zur Funktion und zur Ästhetik." (Downs, Amer. J. Orthodont., 34, 812, (1948) Seite 839)

Der Begriff 'Gesichtstyp' wurde schon 1929 von Hellmann erwähnt. 1969 schreibt Hasund: "Analysen der Korrelationen haben gezeigt, dass sich die Verhältnisse im Gebiss-Schädel entsprechend dem Ausmass des Prognathismus ändern." (Hasund, Inform. Orthodont. und Kfo, (1969) Seite 31). Er zog daraus die Konsequenz und setzte, unter hauptsächlichlicher Berücksichtigung des Prognathiegrades, die Klassifizierung des Gesichtstyps an den Anfang seiner Analyse eines Fernröntgenbildes. In der "Klinischen Kephalometrie für die Bergen-Technik" (1973) beschreibt er die Methode dieser Klassifizierung im Einzelnen:

Die Variationen des Gesichtstyps können durch ein Fernröntgenprofilbild sowohl als vertikale als auch als sagittale Vari-

ationen beschrieben werden. Dabei ist die wichtigste sagittale Einteilung die Beschreibung des Prognathiegrades. Diese basiert auf der sagittalen Relation von Maxilla und Mandibula zur vorderen Schädelbasis. Als Grundlage verwendet Hasund für den Oberkiefer den SNA-Winkel und für den Unterkiefer den SNB-Winkel. In vertikaler Richtung wird der Neigungsgrad in Bezug auf die vordere Schädelbasis der Klassifizierung zu Grunde gelegt. Die Neigung wird ausgedrückt durch die Winkel NSL-NL für den Ober- und NSL-ML für den Unterkiefer. Den Neigungsgrad des Clivus beschreibt der Clivuswinkel oder NSBa-Winkel.

Anhand von Korrelationsuntersuchungen wurde festgestellt, dass die meisten Variablen des Gesichtsschädels nicht isoliert zu betrachten sind, sondern gegen einen generellen Hintergrund, - Solow nannte diesen "The general pattern of the cranio-facial association" - (Solow, Acta odont. scand. 24: suppl.46) -, -gesehen werden müssen, der auf Korrelationen zwischen den Variablen beruht.

Hasund gab die linearen Korrelationskoeffizienten für die obengenannten Variablen, die die Grundlage zur Klassifizierung des Gesichtstyps darstellen, an. (Tabelle 1)

|      | NSL-NL | NSL-ML | NSBa  |
|------|--------|--------|-------|
| SNA  | -0,60  | -0,43  | -0,37 |
| SNB  | -0,57  | -0,56  | -0,50 |
| NSBa | 0,40   | 0,20   | -     |

Tabelle 1: Die linearen Korrelationskoeffizienten der Variablen, die die Grundlage zur Klassifizierung des Gesichtstyps darstellen. (nach Hasund, klinische Kephalexmetrie für die Bergen-Technik, Bergen, (1973) Seite 53).

Auf Grund der Regressionslinien, die sich aus diesen Koeffizienten ergaben, stellte er kontinuierliche Muster - getrennt für Ober- und Unterkiefer - zusammen (Tabellen 2 und 3) und vergleicht die Werte von Behandlungsfällen mit diesen "Mustertabellen". Folgen die jeweiligen Variablen seinen Mustern, bezeichnet er einen solchen Gesichtsschädelaufbau als harmonisch; weicht die eine oder andere Variable ab, kann er durch Einordnen in die Tabellen feststellen, welche Variable sozusagen "aus dem Rahmen fällt" und damit als Hauptursache einer Anomalie angesehen werden kann.

| Prognathiegrad | SNA  | NSL-NL | NSBa  |
|----------------|------|--------|-------|
|                | 74   | 16,5   | 146   |
|                | 75   | 15,5   | 144   |
| RETROGNATH     | 76   | 14,5   | 142   |
|                | 77   | 13,5   | 140   |
|                | 78   | 12,5   | 138   |
|                | 79   | 11,5   | 136   |
|                | 80   | 10,5   | 134   |
|                | 81   | 9,5    | 132   |
| ORTHOGNATH     | → 82 | → 8,5  | → 130 |
|                | 83   | 7,5    | 128   |
|                | 84   | 6,5    | 126   |
|                | 85   | 5,5    | 124   |
|                | 86   | 4,5    | 122   |
|                | 87   | 3,5    | 120   |
|                | 88   | 2,5    | 118   |
| PROGNATH       | 89   | 1,5    | 116   |
|                | 90   | 0,5    | 114   |

Tabelle 2: Einige harmonische Kombinationsmöglichkeiten im Obergesicht zwischen Prognathie, Neigung und Basiswinkel. Der jeweilige Mittelwert ist mit → gekennzeichnet (nach Hasund, klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik, Bergen (1973) Seite 55).

| Prognathiegrad | SNB  | NSL-ML | NSBa  |
|----------------|------|--------|-------|
|                | 70   | 52     | 150   |
|                | 71   | 50     | 148   |
|                | 72   | 48     | 146   |
| RETROGNATH     | 73   | 46     | 144   |
|                | 74   | 44     | 142   |
|                | 75   | 42     | 140   |
|                | 76   | 40     | 138   |
|                | 77   | 38     | 136   |
|                | 78   | 36     | 134   |
|                | 79   | 34     | 132   |
| ORTHOGNATH     | → 80 | → 32   | → 130 |
|                | 81   | 30     | 128   |
|                | 82   | 28     | 126   |
|                | 83   | 26     | 124   |
|                | 84   | 25     | 122   |
|                | 85   | 24     | 120   |
| PROGNATH       | 86   | 23     | 118   |
|                | 87   | 22     | 116   |
|                | 88   | 21     | 114   |
|                | 89   | 20     | 112   |

Tabelle 3: Einige harmonische Kombinationsmöglichkeiten im Untergesicht. Der Mittelwert ist wieder durch → gekennzeichnet (nach Hasund, klinische Kephalometrie für die Bergen-Technik, Bergen (1973) Seite 57).

Nun gelten aber Durchschnittswerte, wie sie Hasund seinen Korrelationsberechnungen zu Grunde legt, zwar im Prinzip, nicht jedoch im absoluten Zahlenwert in allen Populationen. Schon Lieb (1966) berichtet, dass Björk bei Untersuchungen an 603 schwedischen Rekruten und 400 Bantus rassenmässig bedingte Unterschiede des Prognathiegrades feststellte. Ebenso wies Miura (1965) nach, dass die Werte der "Steiner-Analysis", errechnet an Profilröntgenaufnahmen von nord-amerikanischen Kindern, nicht mit den von ihm an 90 japanischen Kindern festgestellten Werten übereinstimmen. In einer Diskussion dieser Arbeit schreibt Steiner selbst: "Es kommen Unterschiede innerhalb ethnischer Gruppen vor. In grösserem Umfang finden sie sich jedoch zwischen ethnischen Gruppen." (Miura, Amer. J. Orthodont. 51, 288, (1965), Seite 294). Und auch Downs (1948) bemerkt: "Es ist bekannt, dass die Gesichtstypen rassenmässig unterschiedlich sind." (Downs, Amer. J. Orthodont. 34, 812, (1948), Seite 827).

Deshalb soll in dieser Arbeit überprüft werden, ob und inwieweit die von Hasund angegebenen harmonischen Kombinationsmöglichkeiten zur Auswertung von Profilfernrontgenaufnahmen der süddeutschen Bevölkerung verwendet werden können.

## C a. Material und Methodik

Die Fernröntgenprofilbilder wurden mit einem "Jontomat Tridoros 4" der Firma Siemens mit 65 kV und 400 mA angefertigt, mit einer Belichtungszeit von 0,6 sec. und bei einem Fokus-Film-Abstand von 2,5 m. Der Kopfhalter war ein "Wehmer Cephalostat, Franklin-Park Illinois, USA."

Die Aufnahmen wurden von Studenten mit eugnathen Gebissen in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen aufgenommen. Es handelt sich also um Röntgenaufnahmen von Erwachsenen beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 22 und 27 Jahren, von denen ausserdem Situationsmodelle vorlagen. Nach diesen Modellen wurden 100 Fälle mit eugnather Verzahnung ausgewählt, die ein vollbezahntes Gebiss aufwiesen, und die nicht kieferorthopädisch behandelt worden waren. Wichtig für die Auswahl war ausserdem, dass alle benötigten Konturen der knöchernen Struktur des Schädels auf den Aufnahmen gut zu erkennen waren.

Die Röntgenbilder dieser 100 Studenten wurden nach der von Hasund (1973) angegebenen Methode ausgewertet, wobei allerdings nur die für diese Untersuchung notwendigen Punkte und Winkel eingezeichnet und gemessen wurden. Traten an den Bildern Doppelkonturen, zum Beispiel des Unterrandes der Mandibula, auf, wurde ihr projektorischer Abstand, einem Vorschlag von A.M. Schwarz folgend, halbiert und an dieser Stelle ein neuer, für die weitere Auswertung mass-

gebender Bezugspunkt in die Fernröntgenaufnahme eingezeichnet.

Zur Durchzeichnung wurden ein Lichtkasten, Acetatpapier, ein Lineal, ein Winkelmesser mit 1/2-Grad-Einteilung, Bleistifte der Stärke H und eine linierte Acetatfolie mit 2 cm Parallelenabstand als Hilfsfolie verwendet. Die Exaktheit der Lokalisation der eingezeichneten Punkte wurde von einem zweiten Untersucher überprüft.

Die verwendeten Punkte und Winkel im Einzelnen:

Der SNA - Winkel (Abbildung 1), der die sagittale Position der Maxilla in Bezug auf die anteriore Schädelbasis darstellt, wird gebildet durch die Verbindung der Punkte Sella, Nasion und A - Punkt. Der Punkt Sella (S) ist ein konstruierter Punkt in der Median - Sagittalebene, im Zentrum der knöchernen Krypte der sella turcica gelegen. Der Punkt Nasion (N) ist definiert als der am weitesten anterior gelegene Punkt der sutura naso - frontalis, und der A - Punkt ist der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Oberkiefer - Alveolarfortsatzes in der Median - Sagittalebene.

Der SNB - Winkel (Abbildung 2) beschreibt die anterior-posteriore Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis, wie dies der SNA - Winkel für die Maxilla ausdrückt. Bei ihm wird der B - Punkt, das heisst der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes in der Mediansagittal-Ebene, verwendet.

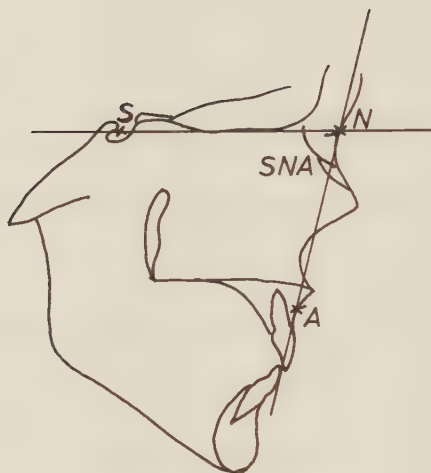


Abbildung 1: Darstellung des Winkels SNA

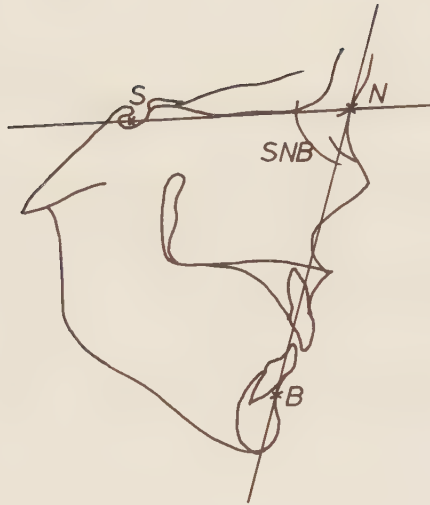


Abbildung 2: Darstellung des Winkels SNB

Der Winkel NSL-NL (Abbildung 3) drückt die Neigung der Maxilla in Bezug auf die anteriore Schädelbasis - dargestellt durch die Linie N-S (NSL) - aus. Er wird gebildet durch die NSL und die Nasal - Linie (NL). Die NL ist eine Verbindung des Punktes Sp (spina nasalis anterior), dem am weitesten anterior gelegenen Punkt der spina, mit dem Punkt Pm (pterygomaxillare), dem im Profilfernrontgenbild erscheinenden Schnittpunkt der hinteren Kontur des corpus maxillae mit der Kontur des harten und weichen Gaumens.

Entsprechend drückt der Winkel NSL-ML (Abbildung 4) die Neigung der Mandibula in Bezug auf die vordere Schädelbasis aus. Er wird gebildet durch den Schnittpunkt der NS-Linie (NSL) mit der Mandibular-Linie (M-L); letztere ist eine Tangente vom Punkt Gnathion (Gn), dem am meisten caudal gelegenen Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median - Sagittal - Ebene, an den Rand des Unterkiefers.

Der Winkel NSBa (Abbildung 5) beschreibt die Relation des clivus zur vorderen Schädelbasis. Er wird daher auch Clivuswinkel genannt. Ausser den Punkten N und S wird hier noch der Punkt Ba (Basion), der am weitesten posterior und inferior gelegene Punkt des clivus, verwendet.

Diese Winkel wurden auf die beschriebene Weise auf Acetatfolien durchgezeichnet und gemessen. Als Kontrollwinkel wurde ausserdem noch die Differenz der Winkelpaare SNA und SNB, der ANB-Winkel errechnet. (Abbildung 6).

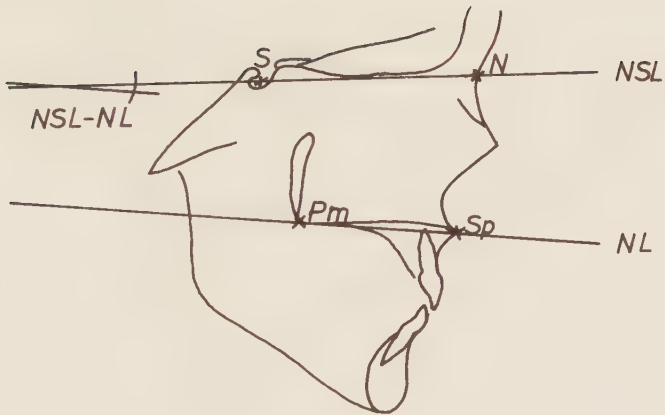


Abbildung 3: Darstellung des Winkels NSL-NL

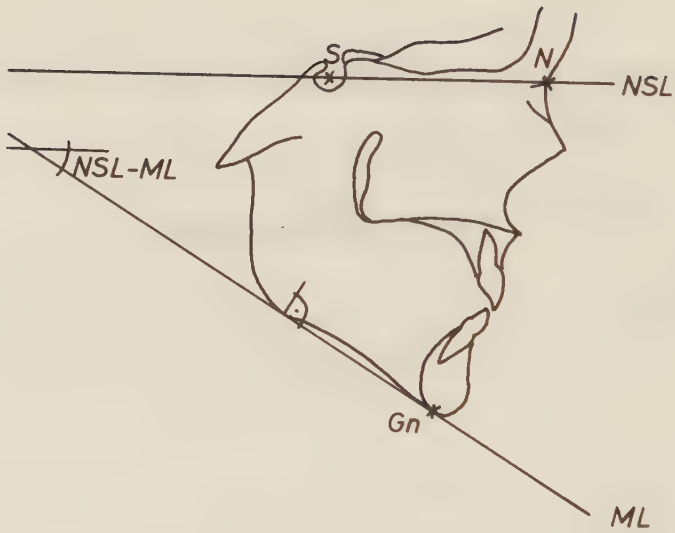


Abbildung 4: Darstellung des Winkels NSL-ML

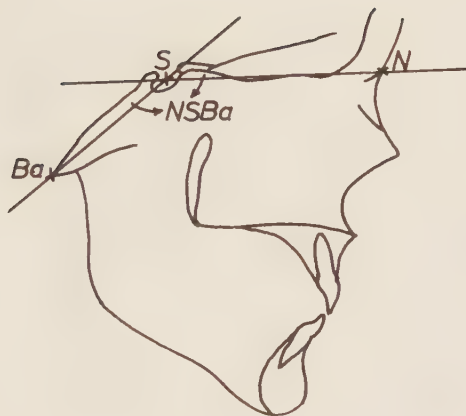


Abbildung 5: Darstellung des Winkels  $NSBa$

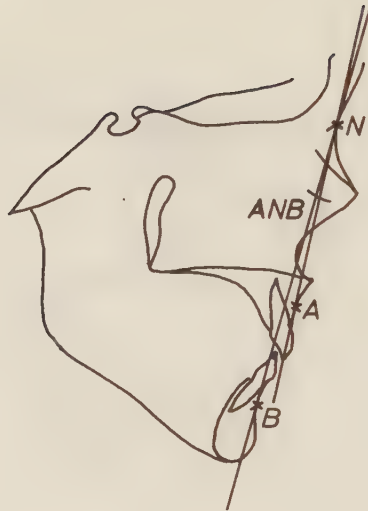


Abbildung 6: Darstellung des Winkels  $ANB$

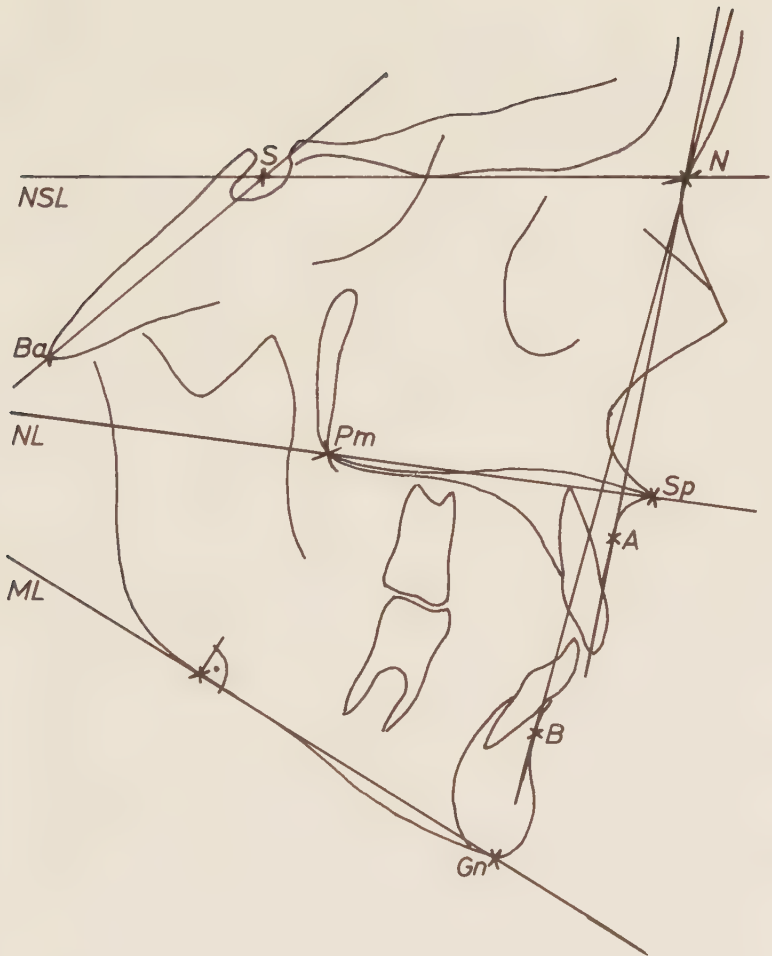


Abbildung 7: Vollständige Durchzeichnung eines Fernröntgenbildes mit Referenzpunkten und Referenzlinien der verwendeten Winkel

# C b. E r g e b n i s s e

Die in dieser Untersuchung an hundert Fernröntgenaufnahmen Erwachsener mit eugnather Okklusion gemessenen Winkel zeigt eine Aufstellung in Tabelle 4.

|     | SNA   | NSL-NL | NSBa   | SNB   | NSL-ML | ANB   |
|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 1.  | 76    | 7      | 139,5  | 73,75 | 25     | 2,25  |
| 2.  | 85    | 2,5    | 138    | 82    | 24,5   | 3     |
| 3.  | 79    | 7,75   | 129,25 | 78    | 37,25  | 1     |
| 4.  | 85    | 11,75  | 125,75 | 81,75 | 29,75  | 3,25  |
| 5.  | 79,5  | 9,5    | 132    | 80    | 29,75  | 0,5   |
| 6.  | 78,5  | 4      | 133,5  | 79,75 | 29,25  | -1,25 |
| 7.  | 75,5  | 14     | 136,5  | 70,75 | 39     | 4,75  |
| 8.  | 80,5  | 7      | 128,75 | 80    | 31,5   | 0,5   |
| 9.  | 78,   | 11,25  | 144,5  | 74    | 40,75  | 4,0   |
| 10. | 84,75 | 10,5   | 124    | 82,5  | 22,5   | 2,25  |
| 11. | 92,75 | 8,75   | 130,5  | 89    | 26     | 3,75  |
| 12. | 90    | 5      | 124,25 | 87    | 18     | 3,0   |
| 13. | 87    | 18,25  | 134,5  | 85    | 35,5   | 2,0   |
| 14. | 80,5  | 12     | 138,5  | 78    | 33,5   | 2,5   |
| 15. | 80    | 10     | 134,25 | 79    | 25     | 1,0   |
| 16. | 91    | -2,5   | 115,5  | 91,75 | 21     | -0,75 |
| 17. | 84,75 | 13     | 124,5  | 79,75 | 30,25  | 5,0   |
| 18. | 85,75 | 9,75   | 137,25 | 82,5  | 27,5   | 3,25  |
| 19. | 79,5  | 9      | 128,5  | 76    | 36,5   | 3,5   |
| 20. | 81,75 | 8,75   | 131,75 | 79,5  | 33     | 2,25  |

|     | SNA   | NSL-NL | NSBa   | SNB   | NSL-ML | ANB   |
|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 21. | 88,25 | 4,5    | 129,5  | 84,5  | 23,5   | 3,75  |
| 22. | 73,5  | 13,5   | 141,5  | 70,5  | 33,5   | 3,0   |
| 23. | 80,5  | 11     | 130,75 | 80,75 | 26     | -0,25 |
| 24. | 84,25 | 11     | 135,75 | 80,5  | 30,5   | 3,75  |
| 25. | 83,5  | 6,75   | 131    | 76,25 | 37,5   | 7,25  |
| 26. | 80,25 | 15,5   | 133    | 77,5  | 34,5   | 2,75  |
| 27. | 81    | 5      | 129,75 | 77    | 30     | 4,0   |
| 28. | 84,5  | 15,5   | 132    | 82    | 24,5   | 2,5   |
| 29. | 84,75 | 11     | 129,5  | 81,75 | 31,5   | 3,0   |
| 30. | 80    | 8,25   | 131,5  | 77,75 | 32     | 2,25  |
| 31. | 85,5  | 7,75   | 131,5  | 81,5  | 24,5   | 4,0   |
| 32. | 75,5  | 14,25  | 139,5  | 70,75 | 35,5   | 4,75  |
| 33. | 76,25 | 9,5    | 137,75 | 76    | 32,75  | 0,25  |
| 34. | 91    | 6,25   | 131    | 89,75 | 21,25  | 1,25  |
| 35. | 87,5  | 6      | 126,75 | 86    | 24     | 1,5   |
| 36. | 82    | 8,5    | 133,25 | 80,75 | 23,25  | 1,25  |
| 37. | 80,5  | 5,25   | 130,5  | 81    | 15,25  | -0,5  |
| 38. | 80,25 | 9,5    | 127,5  | 79,75 | 26,75  | 0,5   |
| 39. | 80,5  | 13     | 144,5  | 79,5  | 30,5   | 1,0   |
| 40. | 79,25 | 8      | 131,75 | 80,75 | 30,5   | -1,5  |

|     | SNA   | NSL-NL | NSBa   | SNB   | NSL-ML | ANB   |
|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 41. | 76,5  | 12,25  | 133    | 74,25 | 35     | 2,25  |
| 42. | 78,25 | 9      | 125,5  | 77    | 30,5   | 1,25  |
| 43. | 91,25 | 4,5    | 111    | 90    | 17,5   | 1,25  |
| 44. | 89    | 2      | 121    | 84,75 | 34     | 4,25  |
| 45. | 79,25 | 9      | 138    | 83,25 | 29,5   | -4,0  |
| 46. | 85,25 | 4,5    | 131,5  | 80,5  | 25     | 4,75  |
| 47. | 81    | 12,5   | 139,5  | 82    | 23,25  | -1,0  |
| 48. | 81,75 | 5,25   | 125,5  | 81,5  | 21,75  | 0,25  |
| 49. | 83,75 | 4,75   | 132    | 81,5  | 26,25  | 2,25  |
| 50. | 83,5  | 8      | 135    | 79,5  | 22     | 4,0   |
|     |       |        |        |       |        |       |
| 51. | 85,75 | 9,25   | 127,5  | 86,5  | 24,75  | -0,75 |
| 52. | 82,75 | 8,5    | 140,5  | 80    | 28,75  | 2,75  |
| 53. | 83,5  | 5      | 130,5  | 82,5  | 25     | 1,0   |
| 54. | 86    | 6      | 129,5  | 87,75 | 23,5   | -1,75 |
| 55. | 82    | 13     | 133    | 76,5  | 35     | 5,5   |
| 56. | 86,25 | 4,75   | 124,5  | 86,75 | 25     | -0,5  |
| 57. | 80,5  | 11,5   | 132,75 | 80,5  | 24     | 0     |
| 58. | 83,5  | 8,5    | 134,75 | 79,75 | 29,5   | 3,75  |
| 59. | 87    | 5      | 139    | 87,75 | 33     | -0,75 |
| 60. | 85    | 4,25   | 131    | 82,75 | 23,75  | 2,25  |

|     | SNA   | NSL-NL | NSBa   | SNB   | NSL-ML | ANB   |
|-----|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 61. | 82,25 | 10,5   | 134,75 | 81    | 27     | 1,25  |
| 62. | 83,5  | 9,5    | 126,5  | 82,5  | 29,5   | 1,0   |
| 63. | 81,5  | 14,5   | 135    | 78,75 | 32,5   | 2,75  |
| 64. | 88,25 | 5,5    | 123,25 | 85,75 | 27,75  | 2,5   |
| 65. | 89,5  | 8      | 131,25 | 83    | 24     | 6,5   |
| 66. | 80    | 7,75   | 128,5  | 81,75 | 26,5   | -1,75 |
| 67. | 83    | 11     | 126,75 | 80,75 | 32     | 2,25  |
| 68. | 84,5  | 11,5   | 123,5  | 81,25 | 30,5   | 3,25  |
| 69. | 85,75 | 4,75   | 132,5  | 82,5  | 18,5   | 3,25  |
| 70. | 83    | 6,75   | 132,5  | 80,75 | 28     | 2,25  |
| 71. | 84,5  | 9      | 127    | 82,5  | 24     | 2,0   |
| 72. | 82,25 | 14,5   | 131,75 | 80    | 34     | 2,25  |
| 73. | 78,25 | 12,5   | 138    | 75,25 | 35,75  | 3,0   |
| 74. | 77    | 1,5    | 128,25 | 78,5  | 23,5   | -1,5  |
| 75. | 83,5  | 12,5   | 124    | 79,75 | 31,75  | 3,75  |
| 76. | 84,5  | 10     | 131    | 79,5  | 30,5   | 5,0   |
| 77. | 82,5  | 7,75   | 129,75 | 81,75 | 32,5   | 0,75  |
| 78. | 82,5  | 13,25  | 134,75 | 79    | 28,25  | 3,5   |
| 79. | 88,75 | 9      | 128,75 | 87,5  | 35,5   | 1,25  |
| 80. | 82    | 13,25  | 131,5  | 77,25 | 32     | 4,75  |

|      | SNA   | NSL-NL | NSBa   | SNB   | NSL-ML | ANB  |
|------|-------|--------|--------|-------|--------|------|
| 81.  | 78    | 16,75  | 139,5  | 74,5  | 34,5   | 3,5  |
| 82.  | 86,5  | 5      | 130    | 86,25 | 26,5   | 0,25 |
| 83.  | 88    | 9,5    | 136    | 86,75 | 30     | 1,25 |
| 84.  | 76,5  | 7,75   | 132,25 | 74,5  | 24,25  | 2,0  |
| 85.  | 85    | 9,25   | 127,75 | 84,5  | 29,25  | 0,5  |
| 86.  | 86    | 9      | 132,5  | 83,25 | 32,75  | 2,75 |
| 87.  | 80    | 10,5   | 128    | 76    | 37,25  | 4,0  |
| 88.  | 78,5  | 13     | 129    | 75,25 | 34,5   | 3,25 |
| 89.  | 87,25 | 3,5    | 117,75 | 85,5  | 24     | 1,75 |
| 90.  | 78,5  | 9,5    | 128,5  | 78,5  | 23     | 0    |
| 91.  | 84    | 6      | 127,5  | 78    | 32,25  | 6,0  |
| 92.  | 84,25 | 11     | 136    | 80,5  | 30     | 3,75 |
| 93.  | 85,25 | 3,5    | 132,5  | 83,25 | 31     | 2,0  |
| 94.  | 80,25 | 4,75   | 132,5  | 79    | 19     | 1,25 |
| 95.  | 84    | 4,75   | 132    | 81,5  | 26,25  | 2,5  |
| 96.  | 82    | 8,5    | 133,25 | 81,25 | 23     | 0,75 |
| 97.  | 89    | 2,5    | 121    | 85,5  | 34     | 3,5  |
| 98.  | 91    | 0      | 126,75 | 90    | 28     | 1,0  |
| 99.  | 81,75 | 5      | 133,75 | 81    | 18,5   | 0,75 |
| 100. | 76,5  | 7,75   | 132,26 | 74,5  | 24,25  | 2,0  |

Tabelle 4: Die in dieser Untersuchung ermittelten Winkelwerte.

Um festzustellen, ob die von Hasund angegebenen Mustertabellen bei der süddeutschen Bevölkerung angewendet werden können, wurden entsprechende Berechnungen angestellt und mit den Ergebnissen Hasunds (Hasund 1973) verglichen.

So wurden zunächst die Extremwerte und die arithmetischen Mittel der einzelnen Winkelgruppen bestimmt. In den Tabellen 5 und 6 sind die errechneten Mittelwerte und die Extremwerte den Zahlen Hasunds gegenübergestellt. Die Mittelwerte wurden ausserdem noch mit weiteren, ebenfalls von Hasund angegebenen Zahlen, die nicht näher beschriebenen "umfangreicheren skandinavischen Untersuchungen" (Hasund, Bergen, (1973), Seite 30 u.a.) entstammen, verglichen.

| Mittelwerte | eigene | Hasund | "skand. Unters." |
|-------------|--------|--------|------------------|
| ANB         | 2,08   | 2,5    | -                |
| SNA         | 82,95  | 82,1   | 82               |
| NSL-NL      | 8,55   | 8      | 8,5              |
| NSBa        | 131,13 | 129    | 130              |
| SNB         | 80,88  | 80     | 80               |
| NSL-ML      | 28,47  | 29     | 32               |

Tabelle 5: Vergleich der in dieser Untersuchung errechneten Mittelwerte mit den von Hasund angegebenen.

|        | eigene | Hasund |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ANB    | 7,25   | 8,5    |        |
| SNA    | 92,75  | 90     |        |
| NSL-NL | 18,25  | 14     |        |
| NSBa   | 144,5  | 139    | MAXIMA |
| SNB    | 91,75  | 88     |        |
| NSL-ML | 40,75  | 41,5   |        |
|        |        |        |        |
| ANB    | -4,0   | -4,5   |        |
| SNA    | 73,5   | 74     |        |
| NSL-NL | -2,5   | 2,5    |        |
| NSBa   | 111    | 119    | MINIMA |
| SNB    | 70,5   | 72,5   |        |
| NSL-ML | 15,25  | 13     |        |

Tabelle 6: Die Extremwerte der untersuchten Fälle im Vergleich.

Aus diesen Vergleichstabellen wird ersichtlich, dass das Zahlenmaterial im wesentlichen mit dem Hasunds übereinstimmt. Bemerkenswert ist vielleicht, dass alle Mittelwerte in dieser Untersuchung etwas höher liegen, und nur der Mittelwert des Winkels NSL-ML, jedoch geringfügig, kleiner ist als die Vergleichszahlen. Dass die einzelnen Winkelgruppen eine stärkere Streuung aufweisen, wird wahrscheinlich durch die etwas grössere Zahl der untersuchten Fälle (93 bei Hasund, 100 in dieser Untersuchung) bedingt. Denn Hasund gibt auch für die von ihm zitierten "umfangreicheren Untersuchungen" höhere maximale und geringere minimale

Extremwerte an.

Die Abbildungen 8 - 13 zeigen graphisch die Verteilung der Winkel. Dabei wurden die Einzelwerte auf ganze Winkelgrade auf-, bzw. abgerundet, um eine bessere Übersicht zu erzielen.

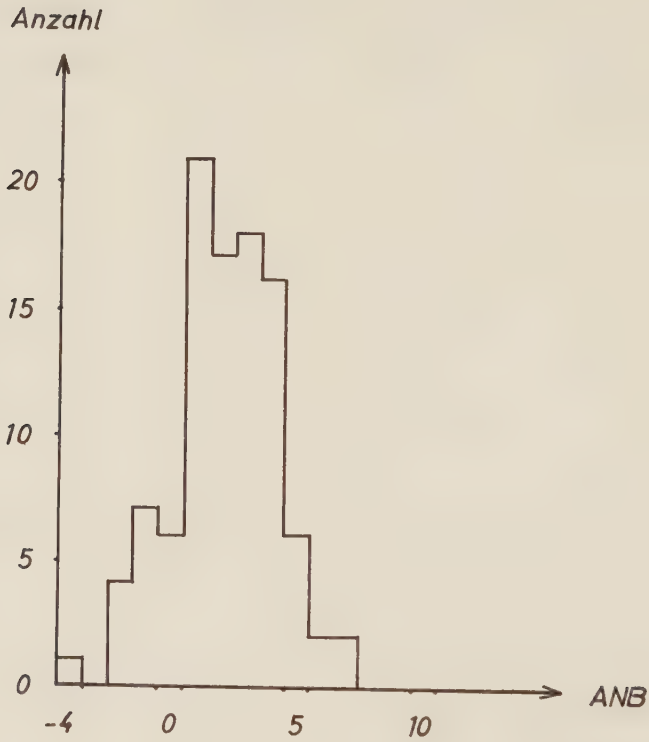


Abbildung 8: Verteilung des Winkels ANB bei den 100 Fern-  
röntgenaufnahmen dieser Untersuchung

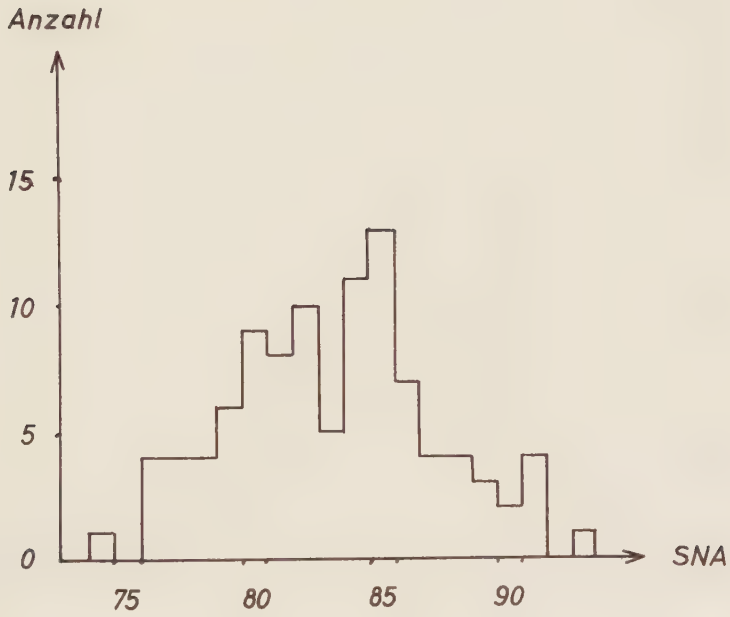


Abbildung 9: Verteilung des Winkels SNA bei den 100 Fern-  
röntgenaufnahmen dieser Untersuchung

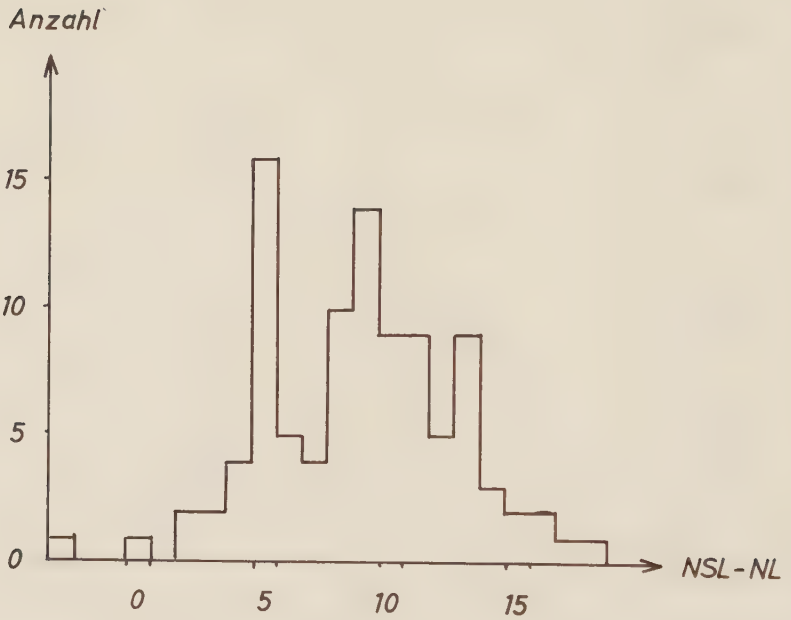


Abbildung 10: Verteilung des Winkels NSL-NL bei den  
100 Fernröntgenaufnahmen dieser Untersuchung

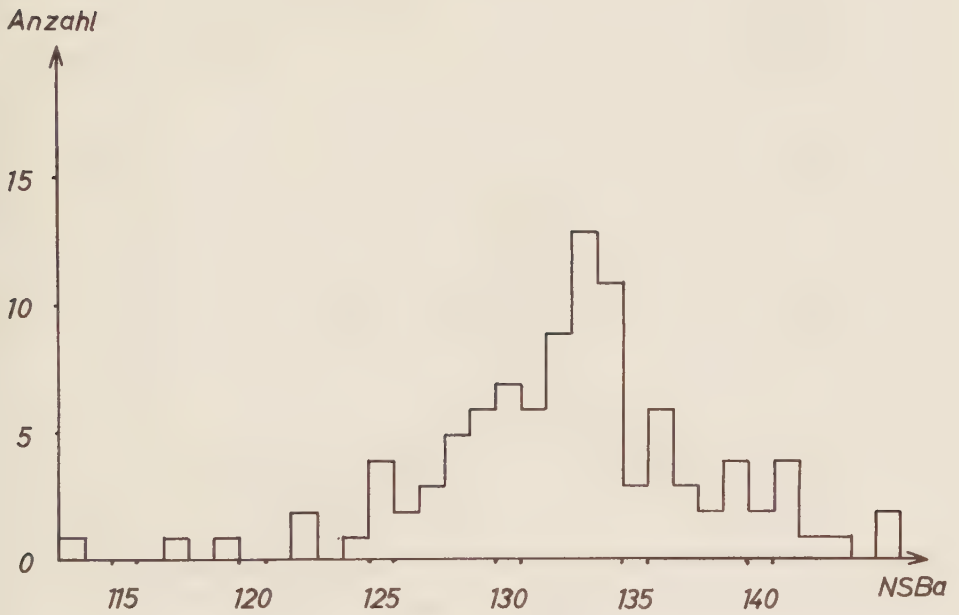


Abbildung 11: Verteilung des Winkels NSBa bei den 100 Fern-  
röntgenaufnahmen dieser Untersuchung

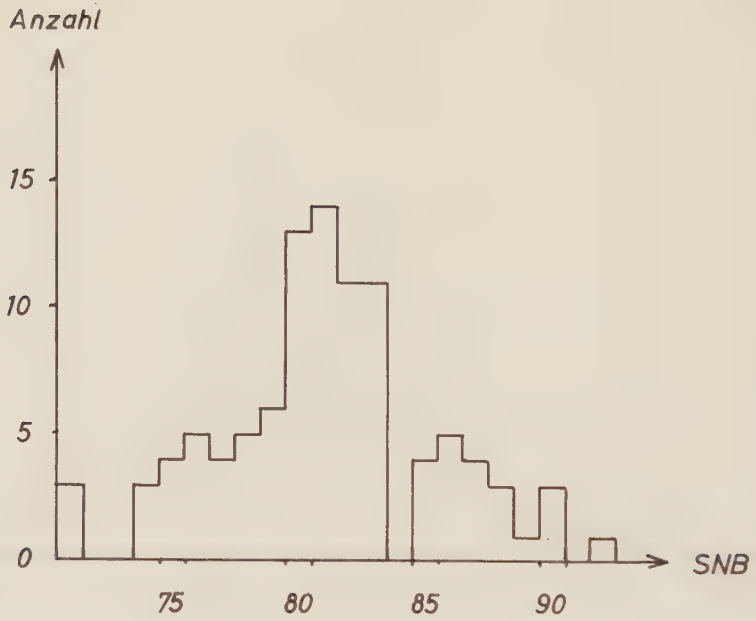


Abbildung 12: Verteilung des Winkels SNB bei den 100  
Fernröntgenaufnahmen dieser Untersuchung

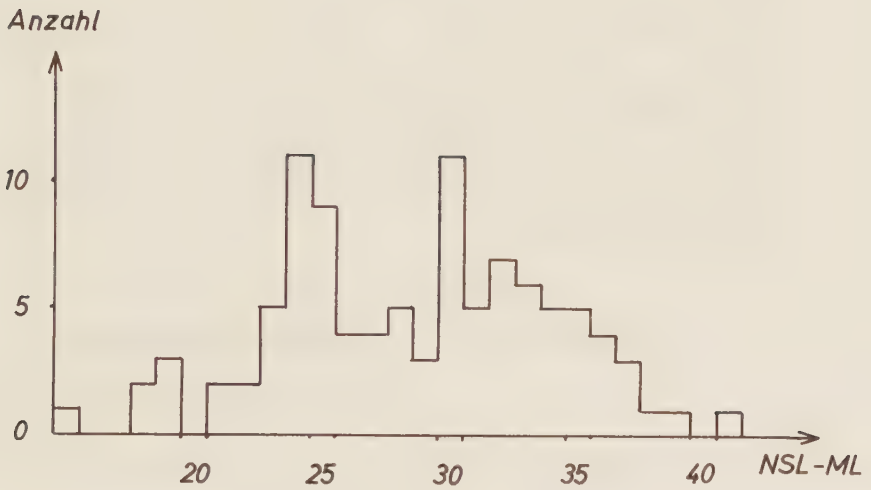


Abbildung 13: Verteilung des Winkels NSL-ML bei den  
100 Fernröntgenaufnahmen dieser Untersuchung

Die folgenden Untersuchungen umfassten die Berechnung der Signifikanz der Mittelwerte, sowie Untersuchungen über den Zusammenhang der Winkel untereinander, das heisst Berechnung der Korrelationskoeffizienten und der Regressionsgleichungen. Dazu wurde ein elektronischer Rechner, ein "9810 A Calculator" der Firma Hawlett-Packard des Instituts für angewandte Mathematik der Universität Erlangen, zu Hilfe genommen.

Die Standardabweichungen der einzelnen Mittelwerte sind in Tabelle 7 angegeben. Sie betrugen im Durchschnitt 4,6 Grad, relativ gesehen jedoch zwischen 4,28 % und 94,71 % des jeweiligen Mittelwertes.

|        | Mittelwerte | Standardabweichungen |                      |
|--------|-------------|----------------------|----------------------|
|        |             | in Grad              | in % des Mittelwerts |
| SNA    | 82,95       | 4,05                 | 4,88                 |
| NSL-NL | 8,55        | 3,79                 | 44,33                |
| NSBa   | 131,13      | 5,61                 | 4,28                 |
| SNB    | 80,88       | 4,29                 | 5,30                 |
| NSL-ML | 28,47       | 5,29                 | 18,58                |
| ANB    | 2,08        | 1,97                 | 94,71                |

Tabelle 7: Die errechneten Mittelwerte mit ihren  
Standardabweichungen

Die Streubreite der Winkel in dieser Untersuchung zeigt, dass die Mittelwerte alleine keine geeignete Grundlage für eine Behandlungsplanung sind. Dies stellten auch Bimler (1959), Hasund (1973) und andere fest. Es muss vielmehr der Zusammenhang der Variablen untereinander bestimmt werden. Ein Mass für diesen Zusammenhang ist der lineare Korrelationskoeffizient.

Zeichnet man in einem Achsenkreuz, bei dem Abszisse und Ordinate jeweils einen Winkel darstellen, die entsprechenden Wertepaare jedes einzelnen untersuchten Falles ein, erhält man eine Punktwolke. Der Korrelationskoeffizient gibt nun an, in welchem Mass sich die einzelnen Punkte nach einer geraden Linie, die den idealen Zusammenhang darstellt, ausrichten. Lägen alle Punkte auf einer Linie, die von der x-Achse nach rechts ansteigt, wäre der Korrelationskoeffizient  $r = + 1$ , wenn die Linie von der x-Achse nach links ansteigt, wäre  $r = - 1$ . Ein Korrelationskoeffizient  $r = 0$  besagt, dass kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen besteht. Nach der Formel  $S\text{-Rest SNA} = S\text{-SNA} (1-r^2)$  kann errechnet werden, wieviele Variationen eines Winkels durch die Variationen eines anderen beschrieben werden können, beziehungsweise S-Rest SNA gibt an, welcher Prozentsatz durch andere Ursachen beschrieben werden muß.

Tabelle 8 zeigt die errechneten Korrelationskoeffizienten wiederum den von Hasund angegebenen Werten gegenübergestellt.

|      | NSL-NL        | NSL-ML        | NSBa          |
|------|---------------|---------------|---------------|
| SNA  | -0,41 (-0,60) | -             | -0,38 (-0,37) |
| SNB  | -             | -0,46 (-0,56) | -0,50 (-0,50) |
| NSBa | 0,43 ( 0,40)  | 0,28 ( 0,20)  | -             |

Tabelle 8: Die linearen Korrelationskoeffizienten. In Klammern die von Hasund angegebenen Werte

Beim Vergleich der Werte fällt auf, dass in dieser Untersuchung der Zusammenhang zwischen den Winkeln SNA und SNB, also den die Prognathie angegebenden Winkeln, mit den den Neigungsgrad angegebenden Winkeln NSL-NL und NSL-ML, kleiner ist. Genauer gesagt können nur 17 % der Variationen des SNA-Winkels, - bei Hasund 36 % -, durch die Variationen des NSL-NL-Winkels, und nur 21 % derjenigen des SNB-Winkels - gegenüber 31 % bei Hasund - durch diejenigen des NSL-ML-Winkels beschrieben werden.

Die Korrelation von SNA und SNB mit dem Winkel NSBa jedoch ist in beiden Untersuchungen annähernd gleich gross. Und zwar errechnet sich etwa 14 % Übereinstimmung für die Winkel SNA und NSBa und 25 % für die Winkel SNB und NSBa.

Die Korrelationen zwischen NSL-NL und NSL-ML mit NSBa sind hier sogar noch stärker als bei Hasund ausgeprägt. Für diese Winkel ergibt sich, dass 18 % - bei Hasund nur 16 % - der Variationen von NSL-NL, und 8 % - bei Hasund 4 % - der Variationen von NSL-ML durch Variationen von NSBa be-

schrieben werden können.

Insgesamt gesehen sind also die Zusammenhänge zwischen den untersuchten Winkeln bei Hasunds Untersuchungen stärker als in der vorliegenden Arbeit.

Die Linie  $y = kx + b$ , nach der sich die Punkteschar des Wolkendiagramms oder Korrelationsdiagramms mehr oder weniger, je nach Höhe des Korrelationskoeffizienten, ausrichtet, nennt man Regressionslinie. Ihre Formel kann errechnet, und die Linie damit in das oben erwähnte Diagramm eingezeichnet werden. Die Abbildungen 14 bis 19 zeigen die Korrelationsdiagramme für die hier untersuchten Korrelationen mit den gestrichelt eingezeichneten Regressionslinien. Die errechneten Regressionsgleichungen, also die Formeln dieser Linien, zeigt Tabelle 9.

Leider können die Regressionsgleichungen nicht wie die anderen Ergebnisse im Vergleich gesehen werden, da sie von Hasund nicht angegeben wurden.

| Formel                | für | y ist und | x ist  |
|-----------------------|-----|-----------|--------|
| $y = 86,8 - 0,45 x$   |     | SNA       | NSL-NL |
| $y = 91,47 - 0,37 x$  |     | SNB       | NSL-ML |
| $y = 109,4 - 0,2 x$   |     | SNA       | NSBa   |
| $y = 183,95 - 0,65 x$ |     | NSBa      | SNB    |
| $y = -28,34 + 0,28 x$ |     | NSL-NL    | NSBa   |
| $y = 122,74 + 0,29 x$ |     | NSBa      | NSL-ML |

Tabelle 9 : Die errechneten Regressionsgleichungen.

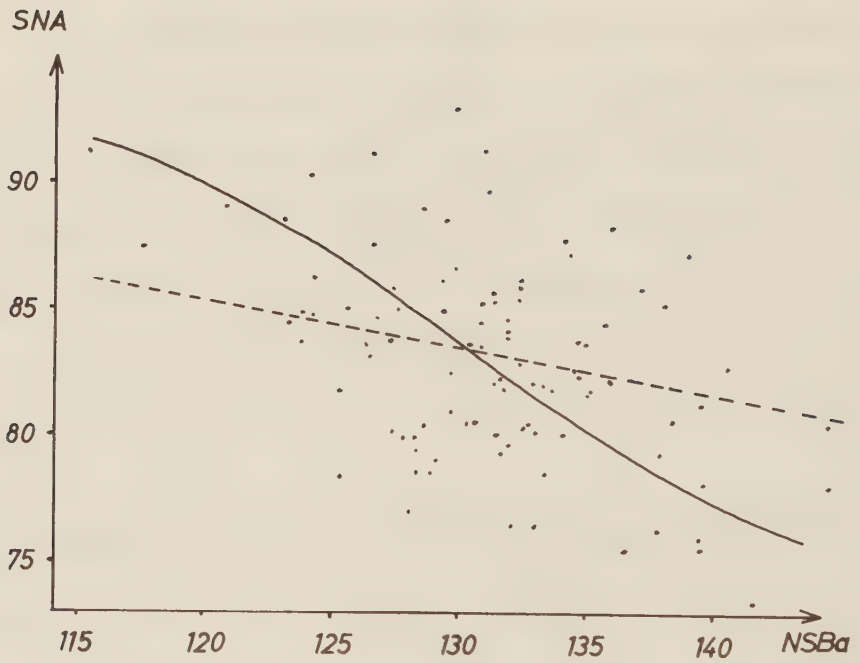


Abbildung 14: Korrelationsdiagramm für die Winkel SNA und NSBa.  
Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die  
errechneten Regressionsgeraden gestrichelt  
eingezeichnet.

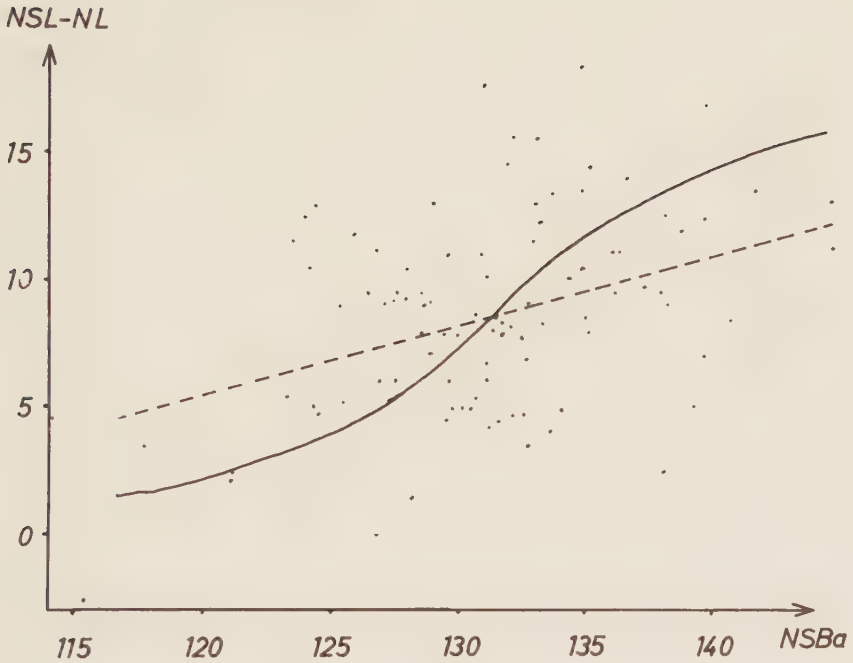


Abbildung 15: Korrelationsdiagramm für die Winkel NSL-NL und NSBa. Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die errechneten Regressionsgeraden gestrichelt eingezeichnet.

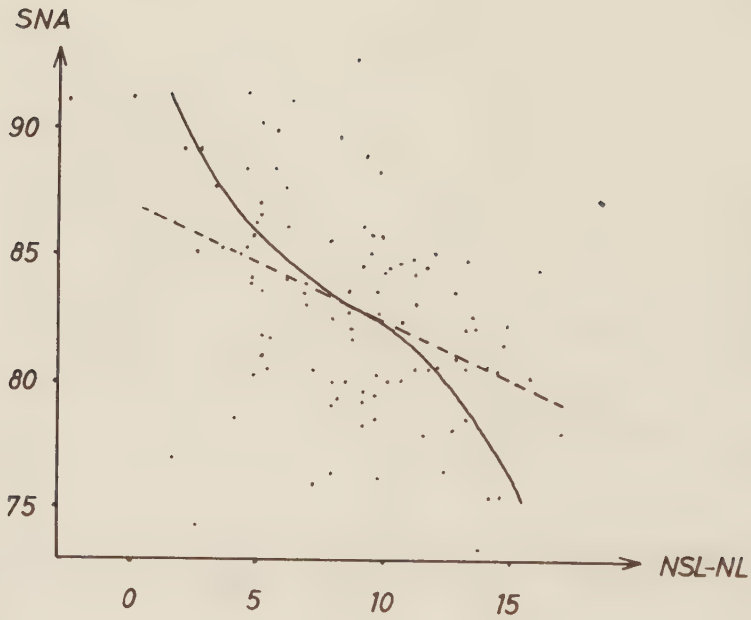


Abbildung 16: Korrelationsdiagramm der Winkel SNA und NSL-NL. Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die errechneten Regressionsgeraden gestrichelt eingezeichnet.

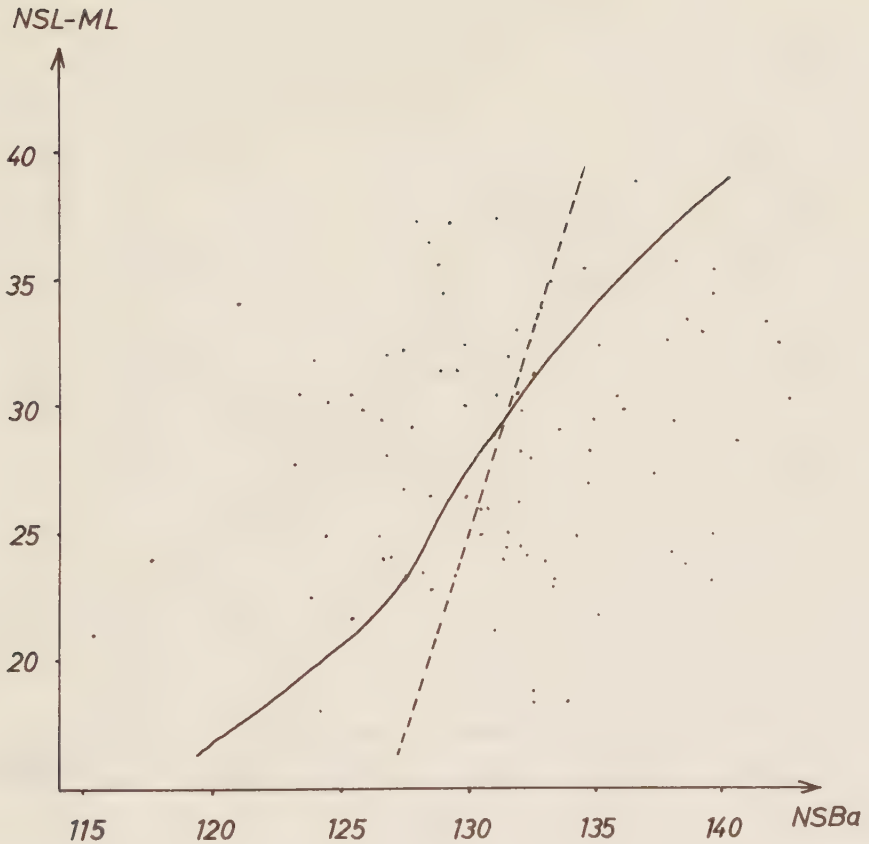


Abbildung 17: Korrelationsdiagramm der Winkel NSL-ML und NSBa. Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die errechneten Regressionsgeraden gestrichelt eingezeichnet.

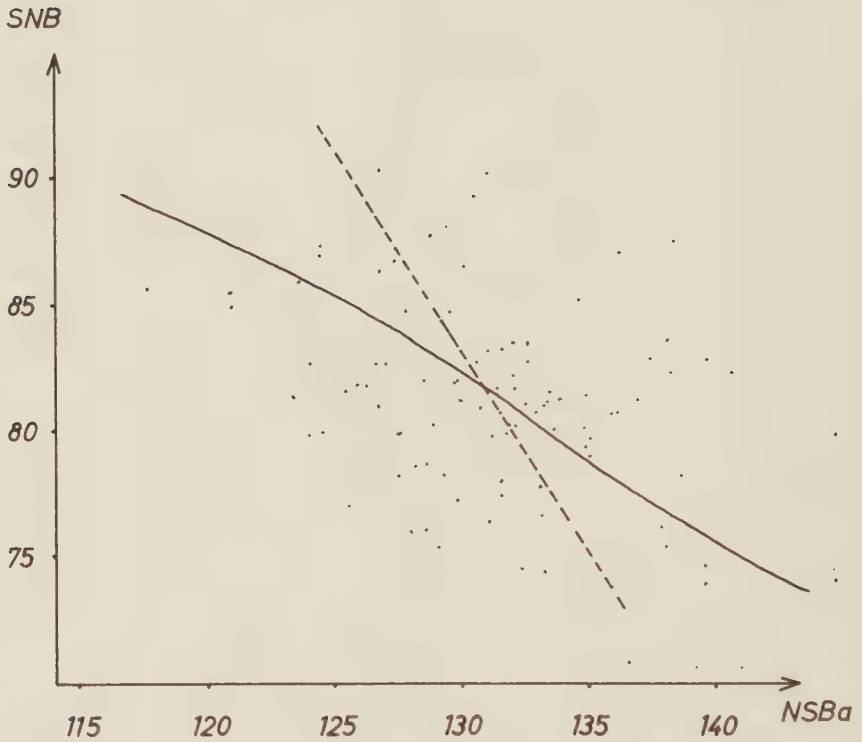


Abbildung 18: Korrelationsdiagramm der Winkel SNB und NSBa.

Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die errechneten Regressionsgeraden gestrichelt eingezeichnet.

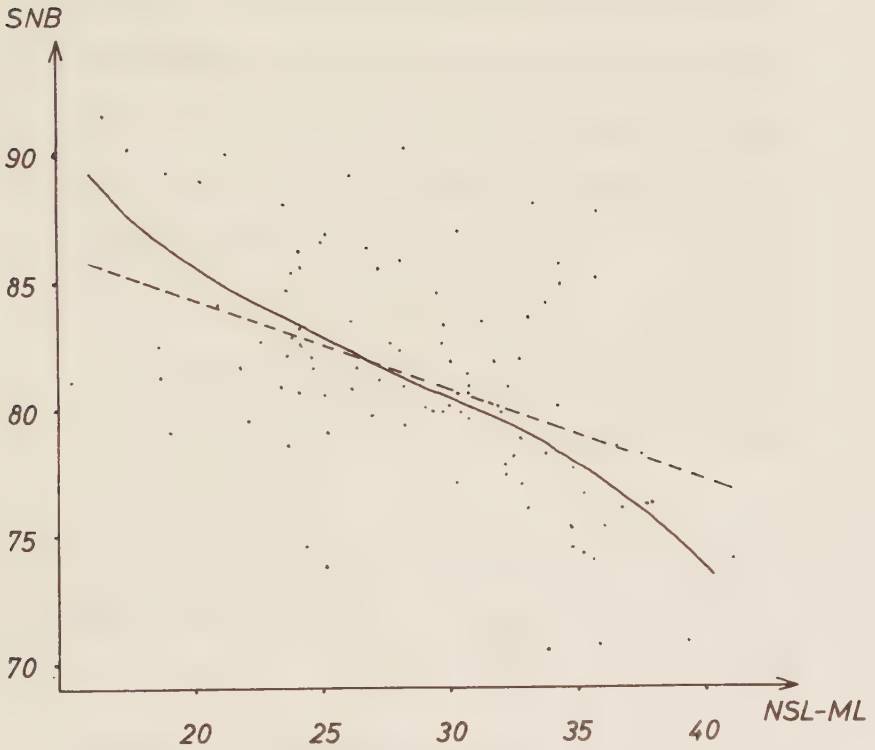


Abbildung 19: Korrelationsdiagramm für die Winkel SNB und NSL-ML. Die Korrelationskurven sind durchgezogen, die errechneten Regressionsgeraden gestrichelt eingezeichnet.

Was schon am Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten zu erkennen war, machen die Korrelationsdiagramme noch deutlicher, in welcher Richtung sich die Beziehungen zweier Winkel bewegen. So steigen NSL-NL und NSL-ML mit steigenden Werten für NSBa, die übrigen Diagramme zeigen eine umgekehrte Proportionalität, das heisst mit steigenden Werten des einen, fallen die Werte des anderen Winkels. Mit anderen Worten ausgedrückt: Ein grosser SNA-Winkel geht gerne mit einem kleinen NSL-NL-Winkel und einem kleinen NSBa-Winkel einher, ein kleiner SNA-Winkel weist dagegen häufig grosse NSL-NL und NSBa-Winkel auf. Ebenso ergeben sich für die Mandibula für grosse SNB-Winkel kleine Winkelwerte für NSL-ML und NSBa, und für kleine SNB-Winkel entsprechend grosse Werte der beiden anderen Winkel. Dieses Ergebnis beschreibt auch Hasund.

Allerdings kann man bei den errechneten, relativ geringen Korrelationen nicht direkt aus der Regressionsgleichung Tabellen erstellen, in denen "mathematisch harmonisierende" Winkel nebeneinandergestellt werden.

Vielmehr muss in die Wolkendiagramme eine Linie, beziehungsweise eine Kurve, entsprechend der Dichte der Punkte in der Wolke, eingezeichnet werden. Mit Hilfe dieser Linien, in den Abbildungen 14 bis 19 durchgezogen dargestellt, erhält man ein kontinuierliches Muster von harmonisierenden Wertekombinationen, die für diese Untersuchung in den Tabellen 10 und 11 gezeigt werden.

Solche Tabellen gibt auch Hasund wieder an. Es sind dies seine "Kombinationen des generellen Gesichtsmusters", die schon in den Tabellen 2 und 3 aufgezeigt wurden.

Die Wertekombinationen dieser Untersuchung wurden auf Grund der Korrelationsdiagramme für SNA und NSL-NL, und für SNA und NSBa, beziehungsweise für SNB und NSL-ML, und für SNB und NSBa ermittelt. Die Regressionen zwischen NSL-NL und NSBa, beziehungsweise NSL-ML und NSBa wurden, der geringen Korrelation wegen, nur geringfügig berücksichtigt.

Ein Vergleich dieser Mustertabellen mit Hasunds harmonischen Kombinationen ergibt weitgehende Übereinstimmung, wenn man von geringfügigen Abweichungen, wie sie sich schon bei der Berechnung der Mittelwerte zeigten, absieht.

| Prognathiegrad | SNA  | NSL-NL | NSBa   |
|----------------|------|--------|--------|
|                | 75   | 15,5   | 145    |
|                | 76   | 15,0   | 142,75 |
| retrognath     | 77   | 14,5   | 140,75 |
|                | 78   | 13,75  | 138,75 |
|                | 79   | 13     | 137    |
|                | 80   | 12     | 135,25 |
|                | 81   | 11     | 133,75 |
|                | 82   | 9,75   | 132,25 |
| orthognath     | → 83 | → 8,5  | → 131  |
|                | 84   | 7,25   | 129,75 |
|                | 85   | 6      | 128,25 |
|                | 86   | 5      | 126,75 |
|                | 87   | 4      | 125    |
|                | 88   | 3,25   | 123,25 |
| prognath       | 89   | 2,5    | 121,25 |
|                | 90   | 2      | 119,25 |
|                | 91   | 1,5    | 117    |

Tabelle 10: Harmonische Kombinationen für das Obergesicht.

Die Mittelwerte sind mit → gekennzeichnet.

| Prognathiegrad | SNB  | NSL-ML  | NSBa   |
|----------------|------|---------|--------|
|                | 73   | 40,5    | 145    |
|                | 74   | 39,75   | 142,75 |
| retrognath     | 75   | 38,75   | 140,75 |
|                | 76   | 37,25   | 138,75 |
|                | 77   | 35,75   | 137    |
|                | 78   | 34,00   | 135,25 |
|                | 79   | 32,25   | 133,75 |
|                | 80   | 30,25   | 132,25 |
| orthognath     | → 81 | → 28,25 | → 131  |
|                | 82   | 26,25   | 129,75 |
|                | 83   | 24,25   | 128,25 |
|                | 84   | 22,50   | 126,75 |
|                | 85   | 20,75   | 125    |
|                | 86   | 19,25   | 123,25 |
| prognath       | 87   | 17,75   | 121,25 |
|                | 88   | 16,75   | 119,25 |
|                | 89   | 16,0    | 117    |

Tabelle 11: Harmonische Kombinationen für das Untergesicht.

Die Mittelwerte sind mit → gekennzeichnet.

#### D. D i s k u s s i o n

Beim Studium von Fernröntgenbildern kann man eine grosse Streubreite der einzelnen Variablen der Schädelstruktur feststellen. An Aufnahmen von unbehandelten, orthognath verzahnten Probanden erkennt man jedoch eine gewisse Harmonie der Strukturen. Anhand solcher Bilder und der daran ermittelten Mittelwerte und Korrelationen der einzelnen Winkel untereinander, können harmonische Kombinationen zusammengestellt werden, die bei der Diagnostik helfen, Aussagen über die Beteiligung der einzelnen Variablen zu machen.

Da in früheren Arbeiten ein rassenmässiger Unterschied des Schädelaufbaus, und damit auch die zu einer Analyse herangezogenen Winkelwerte und ihre Abhängigkeiten voneinander, festgestellt wurden, versucht diese Untersuchung zu überprüfen, ob die von Hasund an norwegischen Probanden ermittelten Kombinationen auch bei der süddeutschen Bevölkerung zur Behandlungsplanung herangezogen werden können.

Dazu wurden zunächst zu den Winkeln SNA, SNB, NSL-ML, NSL-NL, NSBa und ANB die Mittelwerte (Tabelle 5) mit ihren Standardabweichungen (Tabelle 7) und den Streubreiten (Tabelle 6, Abbildungen 8 - 13) dargestellt.

Die nun errechneten Mittelwerte weichen nur geringfügig von den Werten Hasunds ab, und zwar liegen alle, ausser dem Neigungswinkel des Unterkiefers, etwas höher als die an skandinavischen Probanden gefundenen. Bei umfangreicheren

skandinavischen Untersuchungen, deren Ergebnisse ebenfalls von Hasund angegeben wurden, liegen die Mittelwerte sogar noch näher bei den hier beschriebenen. Ebenso ist die Streuung der Winkel, die in dieser Arbeit grösser ist als bei Hasund, in diesen umfangreicheren Untersuchungen den hier gefundenen Werten ähnlicher. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich in der grösseren Anzahl der in dieser Arbeit untersuchten Fälle zu sehen.

Man kann also davon ausgehen, dass das verwendete Material in beiden Untersuchungen ähnlich war. Ausserdem spricht die geringe Differenz der Mittelwerte der ANB - Winkel, die die sagittale Relation von Maxilla und Mandibula beschreiben, für die Feststellung, dass beide Probandengruppen nach denselben Kriterien, nämlich klinisch eugnathe Verzahnung, ausgewählt wurden.

Aus der grossen Streubreite der Variablen ist jedoch, wie auch mehrere Untersuchungen anderer Autoren belegen, zu erkennen, dass die Mittelwerte isoliert gesehen keine geeignete Grundlage zur Behandlungsplanung ergeben. Wichtiger als ein Schädelaufbau, dessen Variable sich alle einer durchschnittlichen "Norm" nähern, ist die Harmonie der Variablen untereinander. So findet man prognathe, orthognathe und retrognathe Winkelkombinationen, die zum Teil erheblich von den Mittelwerten abweichen, ohne deshalb als Anomalien bezeichnet werden zu können. Es müssen deshalb Vergleichstabellen harmonischer Kombinationen über einen grösseren Bereich aufgestellt werden. Mit

deren Hilfe wird festgestellt, ob einzelne Variable bei der Behandlungsplanung besonders berücksichtigt werden müssen.

Solche Mustertabellen können durch Korrelations- und Regressionsuntersuchungen erstellt werden. Die errechneten Regressionslinien (gestrichelte Linien in den Abbildungen 14 - 19) spiegeln dabei die Abhängigkeit zweier Variabler voneinander in stilisierter, idealisierter Form wieder. Die Korrelationskoeffizienten (Tabelle 8) verdeutlichen den Grad dieser Abhängigkeit, das heisst sie geben an, wieviele Fälle durch den in den Regressionsgleichungen (Tabelle 9) gegebenen Zusammenhang beschrieben werden können. Die tatsächliche Abhängigkeit der Variablen voneinander weicht in dieser Untersuchung auf Grund der relativ kleinen Korrelationskoeffizienten geringfügig von den durch die Regressionslinien angegebenen linearen Zusammenhängen ab. Sie äussert sich graphisch in der Dichte der Punkteverteilung in den Diagrammen, und wird in den Abbildungen 14 - 19 durch die durchgezogenen Linien veranschaulicht.

Bei der Auswertung der hier verwendeten Fernröntgenbilder ergaben sich ähnliche Abhängigkeiten der einzelnen Winkelgruppen untereinander, wie Hasund sie angegeben hat. Neigungsgrad und Abknickung der vorderen Schädelbasis änderten sich jedoch bei gleicher Änderung der Prognathiewinkel, ungleichmässiger als in Hasunds Untersuchung. Bei den Winkeln SNA und SNB zeigen die hier erstellten Tabellen

relativ höhere NSBa - Winkel, und zwar um so höher, je grösser die Prognathiewinkel werden. Der Unterschied bei den Winkeln SNA und NSL-NL bleibt über die gesamte Streubreite etwa im Bereich der schon bei den Mittelwerten festgestellten Abweichung. Für den Winkel NSL-ML gibt Hasund bei gleicher Änderung des SNB-Winkels um so höhere Werte an, je weiter sich die Winkel vom Mittelwert entfernen. Insgesamt gesehen stimmen die Unterschiede in den Tabellen mit den beim Vergleich der Mittelwerte gefundenen in der Größe und vor allem in der Richtung der Abweichung, überein. Die Korrelationskoeffizienten, die für das untersuchte Material errechnet wurden, waren in den Untersuchungen unterschiedlich. Die Korrelation zwischen Prognathie und Neigungsgrad war hier wesentlich kleiner, die zwischen Neigungsgrad und Abknickung der vorderen Schädelbasis etwas grösser als bei Hasund.

## E. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Korrelation zwischen Prognathie- und Neigungsgrad anhand lateraler Röntgen-schädelaufnahmen von Erwachsenen untersucht, um festzustellen, inwieweit bisher in der Literatur veröffentlichte Werte zur Behandlungsplanung bei der hier untersuchten Bevölkerungsgruppe herangezogen werden können. Beim Vergleich der gefundenen Ergebnisse mit den von Hasund (1973) veröffentlichten, zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung.

Dazu wurden 100 Fernröntgenprofilaufnahmen von Studenten der Erlanger Poliklinik für Kieferorthopädie, die nicht in kieferorthopädischer Behandlung waren, und eine, klinisch gesicherte, eugnathe Verzahnung aufwiesen, ausgewertet. Es wurden die Mittelwerte bestimmter kephalometrischer Winkel, deren Standardabweichung, die Streubreiten, die Korrelationskoeffizienten und die Regressionsgleichungen errechnet, und den von Hasund angegebenen Werten gegenübergestellt. Danach wurden mit Hilfe dieser Untersuchungen erstellte Mustertabellen mit Hasunds harmonischen Kombinationen verglichen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen und Vergleiche lassen die folgenden Feststellungen zu:

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den untersuchten Variablen des Gesichtsschädels und der Abknickung der vorderen Schädelbasis.
2. Dieser Zusammenhang ist bei dieser Arbeit und

bei der zum Vergleich herangezogenen Untersuchung Hasunds verschieden stark ausgeprägt, in der Art der Veränderung der Variablen jedoch gleich.

3. Die in dieser Arbeit errechneten Mittelwerte zeigen nur eine geringe Abweichung von den von Hasund angegebenen Werten.
4. Die Streubreiten der gemessenen Winkel sind in beiden Untersuchungen fast gleich gross.
5. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Winkelgruppen sind in Hasunds Untersuchung, insgesamt gesehen, etwas stärker ausgeprägt als in dieser Arbeit.
6. Die Abweichung der einzelnen Winkel in den verglichenen Mustertabellen stimmt in Höhe und Richtung der Abweichung mit der bei den Mittelwerten festgestellten überein, und ist als relativ gering einzustufen.
7. Höhere Korrelationskoeffizienten, und damit stärker ausgeprägte Abhängigkeit der Variablen untereinander, sind wohl nur durch Untersuchungen an umfangreicherem Material zu erhalten.

8. Damit wäre eine exaktere Angabe von für die hier untersuchte Bevölkerungsgruppe gültigen "harmonischen Kombinationen des generellen Gesichtsmusters" möglich.

Es bleibt allerdings die Frage, ob bei derart geringen Zusammenhängen - denn auch bei Masund beschreibt die höchste gefundene Korrelation ( $r=0,6$ ) nur 36 % der Variationen des einen Winkels (SNA) die Variationen eines anderen (NSL-NL), - ob diesen Mustertabellen bei der Behandlungsplanung eine so hervorragende Stellung eingeräumt werden kann, oder ob der Satz Freverts (Frevert, Fortschr. Kfo. 9, 112 (1940), Seite 120) in etwas abgewandelter Form immer noch Gültigkeit hat

"Die wesentliche Bedeutung des Fernröntgenverfahrens liegt also darin, dass das Verständnis für die Kiefer-Schädel- Beziehungen vertieft wird. Damit wird dann auch der therapeutische Weg klarer gewiesen. Selbstverständlich liegt die letzte Entscheidung auch noch nicht bei der "idealen harmonischen Kombination" (Frevert schrieb noch: beim röntgenostatischen Mittelwert), sondern nach wie vor bei jenem ärztlichen Verständnis, das den guten Behandler auszeichnet."

F. Literaturverzeichnis:

1. ALLEN, W.I.                      Historical aspects of roentgeno-  
graphic cephalometrie.  
Amer. J. Orthodont., 49, 451 (1953)
2. BERGLUND, V.                    Studier öfver ansiktsprofilens  
förhållande till kranieprofile...  
Lunds Univer. Arsskr., Ny Följd. 10.  
zitiert nach:                    BJÖRK, A.            The Face in Profile  
Lund, 1947
3. BIMLER, H.P.                   Die Bedeutung des Fernröntgenbildes.  
Fortschr. Kfo., 20, 256 (1959)
4. BIMLER, H.P.                   Kephalmetrische Methoden zur Er-  
fassung des Gebisses im Verhältnis  
zum Gesichtsschädel.  
Fortschr. Kfo., 33, 257, (1972)
5. BJÖRK, A.                      The Face in Profile: An  
Anthropological X-ray Investigation  
of Swedish Children and Conscripts.  
Berlingska Boktryckeriet, pp.7, 22  
Lund, (1947)
6. BJÖRK, A.                      Cranial base development.  
Amer. J. Orthodont., 41, 198, (1955)
7. BJÖRK, A.                      Variations in the growth pattern of  
the human mandible.  
J. dent. Res., 42, 400, (1963)

8. BLEIFUSS-RILLAT, U. Kieferorthopädische Prognose und Fernröntgendiagnostik in USA.  
Fortschr. Kfo., 14, 205, (1953)
9. BROADBENT, B.H. A New X-Ray Technique and its Application to Orthodontia.  
Angle Orthodont., 1, 45, (1931)
10. BROADBENT, B.H. The Face of the Normal Child.  
Angle Orthodont., 7, 183, (1937)
11. BUGYI, B. Über die verwertbare Lage einzelner orthodontisch wichtiger Schädelknochenpunkte.  
Fortschr. Kfo., 23, 490, (1962)
12. CLAVELIN und  
BEAUREGARDT Neue Untersuchungen über die Orientierung des Kopfes und über die Bestimmung der Bezugsebenen zum Studium der Variationen in der Anthropologie und der Anomalien in der dento-facialen Orthopädie  
Fortschr. Kfo., 9, 184, (1940)
13. DAUSCH-NEUMANN, D. Progenie und Fernröntgenbild.  
Fortschr. Kfo. 20, 117, (1959)
14. DOWNS, W.B. Variations in Facial Relationships: Their Significance in Treatment and Prognosis  
Amer. J. Orthodont., 34, 812, (1948)

15. DOWNS, W.B.  
zitiert nach: MIURA, F. u.a.  
Amer. J. Orthodont., 51, 288, (1965)
16. FREISFELD, M.  
Fehlerquellen an Finzeichnungsserien  
kephalometrischer Bezugspunkte.  
Fortschr. Kfo., 34, 296, (1973)
17. FREVERT  
Der Wert des Fernröntgenverfahrens  
für die gnathophotostatische Diagnostik.  
Fortschr. Kfo., 9, 112, (1940)
18. GAMM, S.H. and  
GIANELLY, A.  
Polygonic Interpretation  
of the Steiner Analysis.  
Amer. J. Orthodont., 58, 479, (1970)
19. HASUND, A.  
Die Stellung der unteren Schneidezähne in Bezug auf die kieferorthopädische Behandlung.  
Inform. Orthodont. und Kfo., (1969)
20. HASUND, A.  
Klinische Kephalexmetrie für die  
Bergen-Technik  
Bergen: Eigenverlag, (1973)
21. HAUSSER, E.  
Weichteilprofil und knöchernes Profil  
bei anatomisch korrekter Okklusion.  
Fortschr. Kfo., 16, 32, (1955)
22. HAUSSER, E.  
Schädelaufbau bei anatomisch korrekter  
Okklusion.  
Fortschr. Kfo., 17, 175, (1956)

23. HELLMANN

zitiert nach: DOWNS, W.B., Amer. J. Orthodont.,  
34, (1948)

24. KORKHAUS, G.

Die Auswertung des Fernröntgenbildes  
in der Kieferorthopädie.  
Fortschr. Kfo., 5, 145, (1936)

25. KORKHAUS, G. und  
NEUMANN, D.

Über die Beteiligung von Ober- und  
Unterkiefer bei der Progenie.  
Fortschr. Kfo., 18, 142, (1957)

26. KORKHAUS, G.

Die Bedeutung des Fernröntgenbildes  
für die kieferorthopädische Praxis.  
Fortschr. Kfo., 20, 1, (1959)

27. LANDE, H.

Size and Position of the Maxilla in  
Norwegian Boys with Complete Clefts  
of Lip and Palate.  
Bergen - Norway 1970

28. LIEB, G.

Untersuchungen über die Variationen  
im Aufbau des Gesichtsschädels und ihren  
korrelativen Zusammenhang mit der indi-  
viduellen Form des Kauorgans bei  
Gebissfehlbildungen.  
Fortschr. Kfo., 27, 276, (1966)

29. MIURA, F.,

INOUE, N. and

SUZUKI, K.

Cephalometric Standards für Japanese  
according to the Steiner Analysis.  
Amer. J. Orthodont., 51, 288, (1965)



38. SCHMUTH, G.P.F.      Methodische Schwierigkeiten bei der  
Anwendung der Röntgenkephalometrie  
in der Kieferorthopädie.  
Fortschr. Kfo., 32, 317, (1971)
39. SCHMUTH, G.P.F.      Cephalometrics, an astonishing  
Phenomenon in Orthodontic Diagnosis  
and Research.  
Transact. of the Third Intern. Congress,  
edited by J.T. Cook, London (1973)
40. SCHWARZ, A.M.  
      zitiert nach:      BLEIFUSS - RILAT, U.,  
Fortschr. Kfo., 14, (1953)
41. SCHWARZ, A.M.      Wie der angehende Kieferorthopäde  
Gesicht und Schädel verstehen lernt.  
Urban und Schwarzenberg, Innsbruck-  
-Wien (1955)
42. SCHWARZ, A.M.      Die Röntgenostatik.  
Urban und Schwarzenberg, Wien - Inns-  
bruck (1958)
43. SCHWARZ, A.M.      Die Bedeutung des Fernröntgenbildes  
für die Kieferorthopädische Praxis.  
Fortschr. Kfo., 20, 22, (1959)
44. SCHWARZ, A.M.      Über die senkrechten Fehlbildungen des  
Gebisses.  
Fortschr. Kfo., 21, 358, (1960)
45. SOLOW, B.      The Pattern of Cranofacial Associations.  
Acta odont. scand. 24 : suppl- 46

46. SERVOSS, J.M.      The Acceptability of Steiners  
Acceptable Compromises.  
Amer. J. Orthodont., 63, 161, (1973)
47. STEINER, C.C.      Cephalometrics for you and me.  
Amer. J. Orthodont., 39, 729, (1953)
48. STEINER, C.C.      The Use of Cephalometrics as an Aid  
to Planning and Assessing Orthodontic  
Treatment.  
Amer. J. Orthodont., 46, 721, (1960)
49. TAYLOR, Ch. M.      Changes in Relationship of Nasion,  
Point A and Point B, and the Effect  
upon ANB.  
Amer. J. Orthodont., 56, 143, (1969)
50. TWEED, C.H.      Indications for Extraction of Teeth  
in Orthodontic Procedures.  
Amer. J. Orthodont., and Oral Surg.,  
30, 405, (1944)
51. WALKER, G.F. and  
KOWALSKI, Ch.J.      On the Use of the SNA and SNB- angles  
in Cephalometric Analysis.  
Amer. J. Orthodont., 64, 517, (1973)
52. WELCKER      Das Profil des menschlichen Schädels mit  
Röntgenstrahlen am Lebenden dargestellt.  
Correspondenz-Blatt der Deutschen Gesell-  
schaft für Anthropologie, 27, (1896)



## Lebenslauf

Am 22. Dezember 1950 wurde ich als erster Sohn des Zahnarztes Dr. med. dent. Max Bidlingmaier und seiner Frau Lieselotte, geb. Thurner, in Göppingen, Baden-Württemberg, geboren.

Von 1957 bis 1959 besuchte ich die Freie-Waldorf-Schule Engelberg, wechselte dann in die Grundschule meines Wohnortes Ebersbach/Fils und bestand dort 1961 die Aufnahmeprüfung in das Freihof-Gymnasium in Göppingen, wo ich am 21. Juni 1969 die Reifeprüfung bestand.

Die Zwischenzeit bis zum Studienbeginn im Sommer-Semester 1970 überbrückte ich durch eine Famulatur in einem Zahntechnischen Labor.

Vom Sommer-Semester 1970 an studierte ich an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen Zahnheilkunde und legte am 18. Juli 1975 das Staatsexamen ab.

Vom 1. September 1975 bis 30. November 1976 leistete ich meinen Grundwehrdienst als Sanitäts-Offizier Zahnarzt und Leiter der Zahnstation 620 in Regensburg.

Seit dem 13. Dezember 1976 bin ich in Berlin als Assistenz-Zahnarzt tätig.





## **Offsetdruck-Fotodruck**

**J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990**